

Verfahren zur Herstellung einer Nockenwelle

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Nockenwelle nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei der Herstellung derartiger Nockenwellen, bei dem die einzelnen Nocken nach dem Aufsetzen beziehungsweise Fügen nicht mehr nachgearbeitet werden sollen, besteht eine Schwierigkeit darin, die einzelnen Nocken exakt in den vorgegebenen Winkelpositionen fügen zu können. Aufgrund dieser Schwierigkeit muss nach dem Fügen der einzelnen Nocken stets noch eine Nachbearbeitung durch Schleifen der Nockenkonturen erfolgen oder die Toleranzgrenzen der Nockenpositionen werden durch den Fügeprozess bestimmt.

Die Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, bei einem gattungsgemäßen Herstellungsverfahren von Nockenwellen auf eine Nachbearbeitung der Konturen der einzelnen Nocken an der fertig gefügten Nockenwelle verzichten zu können.

Gelöst wird dieses Problem bei einem gattungsgemäßen Herstellungsverfahren bereits in erster Linie durch die Verfah-

rensschritte nach den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, die einzelnen Nocken bereits vor dem Aufsetzen auf eine Welle und Verbinden mit dieser Welle zu einem Bearbeitungsmodul in derjenigen gegenseitigen Zuordnung zusammenzufassen, in der die Nocken auf der fertigen Nockenwelle liegen sollen. Innerhalb dieses Bearbeitungsmoduls wird die Fertigbearbeitung der Nocken durchgeführt. Derart fertigbearbeitet werden die Nocken innerhalb des Bearbeitungsmoduls auf die Welle der Nockenwelle gefügt. Dadurch ist sichergestellt, dass die gewünschte gegenseitige Zuordnung gegeben ist, das heißt, dass eine Nachbearbeitung unnötig ist.

Sind lediglich zwei Nocken in einer gegenseitigen, fest vorgegebenen Zuordnung auf einer Welle zu fügen, so besteht ein entsprechendes Bearbeitungsmodul lediglich aus diesen beiden Nocken und gegebenenfalls zwischen diesen angeordneten axialen Abstandshaltern.

Als Mittel für eine Verbindung der einzelnen Elemente in einem Bearbeitungsmodul können Schrauben für ein axiales Verspannen der einzelnen Elemente untereinander eingesetzt werden oder nach dem Einsetzen von Passstiften als Spannmittel bei der Bearbeitung und beim Fügen dienen. Die Schrauben

können dabei die Form von Senkschrauben besitzen. Anstelle der Schrauben als Spannmittel können bei der Verwendung von Passstiften beliebige andere Spannmittel, wie beispielsweise allgemein bekannte Spannmittel beim Schleifen verwendet werden.

Besonders vorteilhaft lässt sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Nockenwelle mit variabel gegeneinander verdrehbaren Nocken herstellen. Bei einer solchen, beispielsweise aus EP 1 362 986 A1 bekannten Nockenwelle ist eine Innenwelle konzentrisch in einer Außenwelle gelagert, wobei die beiden Wellen relativ zueinander verdrehbar sind. Dabei sind mit der Außenwelle erste Nocken und mit der Innenwelle zweite Nocken jeweils fest verbunden. Fest verbunden sind die zweiten Nocken mit der Innenwelle, beispielsweise durch diese Nocken jeweils radial durchdringende, die Außenwelle durch eine dort vorgesehene Ausnehmung durchgreifende, in der Innenwelle fixierte Verbindungselemente, wie beispielsweise Passstifte. Solche zweite Nocken sind auf der Außenwelle drehbar gelagert. Weil bei derartigen Nockenwellen eine nachträgliche mechanische Bearbeitung der - teilweise gegeneinander verstellbaren - bereits fertig gefügten Nocken schwierig ist, erweist sich das erfindungsgemäße Verfahren hierfür als ganz besonders vorteilhaft.

Befindet sich in einem Bearbeitungsmodul ein zweiter Nocken, der für eine verstellbare Nockenwelle mit einer radialen Bohrung zur Aufnahme eines Befestigungselementes, beispielsweise eines Passstiftes versehen werden muss, um dadurch in-

nerhalb der fertigen Nockenwelle positioniert und verdreht werden zu können, so kann diese Bohrung hergestellt werden, während sich der betreffende zweite Nocken in dem Bearbeitungsmodul befindet. Hierdurch ist eine passgenaue Winkellage des betreffenden zweiten Nockens innerhalb der fertigen Nockenwelle gewährleistet.

Vorteilhafte, nachstehend noch näher erläuterte Ausführungsbeispiele sind in der Zeichnung dargestellt.

In dieser zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt nach Linie I-I in Fig. 2 durch ein Bearbeitungsmodul mit insgesamt drei Nocken,

Fig. 2 einen Radialschnitt des Bearbeitungsmoduls nach Linie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 einen Längsschnitt eines Bearbeitungsmoduls nach Linie III-III in Fig. 4 mit einer gegenüber der Ausführung nach Fig. 1, 2 alternativen Art der Verschraubung,

Fig. 4 einen Radialschnitt nach Linie IV-IV des Bearbeitungsmoduls in Fig. 3,

Fig. 5 einen Längsschnitt des Bearbeitungsmoduls nach Linie V-V in Fig. 4,

Fig. 6 einen Längsschnitt durch eine fertig gefügte, verstellbare Nockenwelle mit einer Innen- und einer Außenwelle.

In einem Bearbeitungsmodul sind miteinander verbunden zwei erste Nocken 1, 2, die jeweils an den axial äußeren Enden liegen. Zwischen diesen beiden ersten Nocken 1, 2 befindet sich jeweils über umfangsmäßig offene Abstandshalter 3 axial beabstandet in der Mitte des Bearbeitungsmoduls ein zweiter Nocken 4.

Die insgesamt drei ersten und zweiten Nocken 1, 2, 4 sind über zwei umfangsmäßig etwa gegenüberliegende Schrauben 5 miteinander verbunden. Die beiden Schrauben 5 sind vorzugsweise als Senkschrauben ausgebildet.

Die derart in dem Bearbeitungsmodul fest miteinander verbundenen Nocken 1, 2, 4 können in diesem Zustand fertig bearbeitet werden, und zwar insbesondere bezüglich ihrer Nockenaußenkonturen sowie ihrer Innendurchmesser.

Vorzugsweise werden die Innendurchmesser für alle Nocken 1, 2, 4 gleich gewählt, um die Bearbeitung zu vereinfachen.

Bei dem gezeichneten Ausführungsbeispiel handelt es sich um Nocken 1, 2, 4 für eine Nockenwelle mit bezüglich ihrer Winkellage variabel gegeneinander verstellbaren Nocken. Die zu den Nocken 1, 2, 4 zugehörige Welle setzt sich zusammen aus einer Innenwelle 11 und einer diese konzentrisch umschlie-

ßen Außenwelle 12 (Fig. 6). Dabei sind die beiden Wellen 11, 12 relativ zueinander verdrehbar. Die Relativverdrehung erfolgt in der Regel dadurch, dass die Innenwelle 11 in der Außenwelle 12 verdreht wird. Die beiden in dem Bearbeitungsmodul axial außen liegenden ersten Nocken 1, 2 sind für einen festen Sitz auf der Außenwelle 12 bestimmt. Der zwischen diesen beiden Nocken 1, 2 liegende zweite Nocken 4 ist für eine feste Verbindung an der Innenwelle 11 ausgelegt. Bei der festen Verbindung mit der Innenwelle ist der zweite Nocken 4 mit einem Innendurchmesser versehen, der eine drehbare, spielfreie Lagerung des zweiten Nockens 4 auf der Außenwelle 12 ermöglicht (Fig. 6). Die Verbindung des zweiten Nockens 4 mit der Innenwelle 11 erfolgt durch ein Befestigungselement, das ein Passstift 13 sein kann. Dieser Passstift 13 ist einerseits in der Passbohrung 7 des zweiten Nockens 4 und andererseits in einer Bohrung der Innenwelle 11 fixiert und durch eine langlochartige Ausnehmung 14 in der Außenwelle 12 hindurchgeführt. Die Passbohrung 7 des zweiten Nockens 4 wird erzeugt, während sich dieser zweite Nocken 4 in dem geschlossenen Bearbeitungsmodul befindet.

Die Nocken 1, 2, 4 sind bis auf die Bearbeitungsvorgänge, die an ihnen noch innerhalb des Bearbeitungsmoduls vorgenommen werden, bereits vorher endbearbeitet.

Nach dem Aufsetzen des Bearbeitungsmoduls auf die Außenwelle 12 der in dem Ausführungsbeispiel als verstellbare Nockenwelle wiedergegebenen Nockenwelle (Fig. 6), das heißt nach Beendigung und Vorliegen einer beispielsweise Schrumpfer-

bindung zwischen den ersten Nocken 1, 2 mit der Außenwelle 12 wird das Bearbeitungsmodul geöffnet, und die Schrauben 5 und die umfangsmäßig offenen Abstandshalter 3 werden entfernt. Die in den Nocken 1, 2, 4 verbleibenden Bohrungen 10 führen zwangsläufig zu dem Vorteil einer Gewichtsreduzierung bei den diese Bohrungen 10 aufweisenden Nocken.

Zur Aufnahme der als Verbindungsmittel in einem Bearbeitungsmodul eingesetzten Schrauben 5 können vorteilhafter Weise in gegebenenfalls vorhandenen Abstandshaltern 3 Gewinde 8 eingebracht sein (Fig. 3 bis 5). Bei einer solchen Ausführung müssen mindestens jeweils zwei Schrauben 5 axial bezüglich ihrer Kopf- und Gewindelage entgegengerichtet eingesetzt sein, um eine spielfreie und lösbare Zuordnung zu den Nocken 1, 2, 4 zu gewährleisten (Fig. 3 bis 5). Dementsprechend müssen die Abstandshalter 3 mindestens vier Bohrungen 10 aufweisen, von denen jeweils zwei als Durchgangsbohrung und zwei als Gewinde 8 ausgebildet sind. Der Vorteil dieser Verbindungsart innerhalb des Bearbeitungsmoduls besteht erstens aus einer Wiederverwendungsmöglichkeit der gewindebeaufschlagten und damit teuren Abstandshalter 3 und zweitens in einer einfacheren Bearbeitbarkeit sämtlicher Nocken 1, 2, 4.

Damit ein verstellbarer, zweiter Nocken 4 in dem Bearbeitungsmodul auf einen mit den übrigen ersten Nocken 1, 2 gleichen Innendurchmesser bearbeitet werden kann, muss die Außenwelle 12 in demjenigen Bereich, in dem der zweite Nocken 4 zu liegen kommt, eine Ausnehmung 9 mit einem redu-

zierten Durchmesser besitzen (Fig. 6). Reduziert wird der Außendurchmesser der Außenwelle 12 in einem solchen Maße, dass der zweite Nocken 4 spielfrei in diesem Bereich auf der Außenwelle 12 verdrehbar lagern kann.

Unter radialer Umfangsfläche der Nocken 1, 2, 4 sind deren Innenflächen und die konzentrischen Außenflächen bzw. Nockenflächen zu verstehen. Besonders wichtig mit Bezug auf eine Bearbeitung innerhalb des Bearbeitungsmoduls sind die Nockenkonturen.

Bei der in Fig. 6 gezeichneten fertigen, verstellbaren Nockenwelle mit einer Innenwelle 11 und einer Außenwelle 12 sind die ersten Nocken 1, 2 fest auf die Außenwelle 12 aufgeschraubt. Der zwischen diesen beiden ersten Nocken 1, 2 liegende, gegenüber diesen verdrehbare zweite Nocken 4 ist über einen Passstift 13 fest mit der Innenwelle 11 verbunden. Damit eine Relativverdrehung zwischen Innen- und Außenwelle 11, 12 möglich ist, durchgreift der Passstift 13 in der Außenwelle eine in Umfangsrichtung langlochartige Ausnehmung 14.

Alle in der Beschreibung und in den nachfolgenden Ansprüchen dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Form miteinander erfindungswesentlich sein.

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Nockenwelle, bei dem mindestens zwei fertig bearbeitete einzelne Nocken (1, 2, 4) in vorgegebenen Winkelpositionen auf eine Welle fest aufgesetzt werden, wobei die Welle insbesondere bestehen kann aus einer Außenwelle (12) und einer konzentrisch in dieser angeordneten Innenwelle (11),
gekennzeichnet durch folgende, in zeitlicher Folge vorzunehmende Fertigungsschritte,
 - die mindestens zwei fest auf die Welle (11; 12) aufzusetzenden Nocken (1, 2, 4) werden vor dem Aufsetzen lösbar zu einem Bearbeitungsmodul zusammengefasst, wobei erste Nocken (1, 2), die auf der fertigen Nockenwelle gegeneinander unbeweglich sind, in einer der endgültigen Zuordnung auf der Welle (11; 12) entsprechenden Anordnung ausgerichtet werden,
 - innerhalb des Bearbeitungsmoduls werden von den radialen Umfangsflächen der Nocken zumindest die Nockenkonturen der mindestens zwei Nocken (1, 2, 4) fertig bearbeitet,
 - die fertig bearbeiteten Nocken (1, 2, 4) werden innerhalb des Bearbeitungsmoduls liegend auf die Welle (11; 12) aufgesetzt,
 - die auf der fertigen Nockenwelle gegeneinander unbeweglichen ersten Nocken (1, 2) werden in ihrer innerhalb

des Bearbeitungsmoduls zumindest bezüglich ihrer Winkel-
lage festgelegten Zuordnung fest mit der Welle (11; 12)
verbunden,

- die lösbare Zusammenfassung der Nocken (1, 2, 4) inner-
halb des Bearbeitungsmoduls wird aufgetrennt, wobei ge-
gebenenfalls eingesetzte Positionier- und/oder Verbin-
dungs-Hilfsmittel (3, 5) entfernt werden.

2. Verfahren zur Herstellung einer Nockenwelle, bei der
die aufzusetzenden Nocken (1, 2, 4) axial voneinander
beabstandet sind, nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass solche axiale Abstände in dem Bearbeitungsmodul durch
dort eingesetzte Abstandshalter (3) eingestellt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass eingesetzte Abstandshalter (3) als umfangsmäßig offene
Bauteile mit einer Öffnung versehen sind, die größer als der
zugeordnete Außendurchmesser der von den Nocken belegten
Welle ist, wobei dies bei einer aus einer Innen- und Außen-
welle (11; 12) zusammengesetzten Welle bezüglich des Außen-
durchmessers der Außenwelle (12) gilt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei
dem einer der Nocken (1, 2, 4), nämlich ein zweiter Nocken
(4), eine radiale Passbohrung (7) zur Aufnahme eines diesen
zweiten Nocken (4) auf der Innenwelle (12) fixierenden Be-
festigungselements (13) besitzt,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Passbohrung (7) erzeugt wird, während sich der betreffende zweite Nocken (4) innerhalb des Bearbeitungsmoduls befindet.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
dass als Mittel zur Erzeugung der lösbaren Zusammenfassung die Nocken (1, 2, 4) axial durchdringende Schrauben (5) dienen.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
dass über dem Umfang der Nocken (1, 2, 4) verteilt mindestens zwei Schrauben (5) vorgesehen sind.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Merkmale,
- ein Gewinde (6) einer Schraube (5) greift in ein Gegen-
gewinde ein, das in einem von dem Schraubenkopf entfernt
liegenden Abstandshalter (3) vorgesehen ist,
- mindestens jeweils zwei Schrauben (5) sind axial bezüglich ihrer Kopf- und Gewindelage entgegengerichtet eingesetzt.

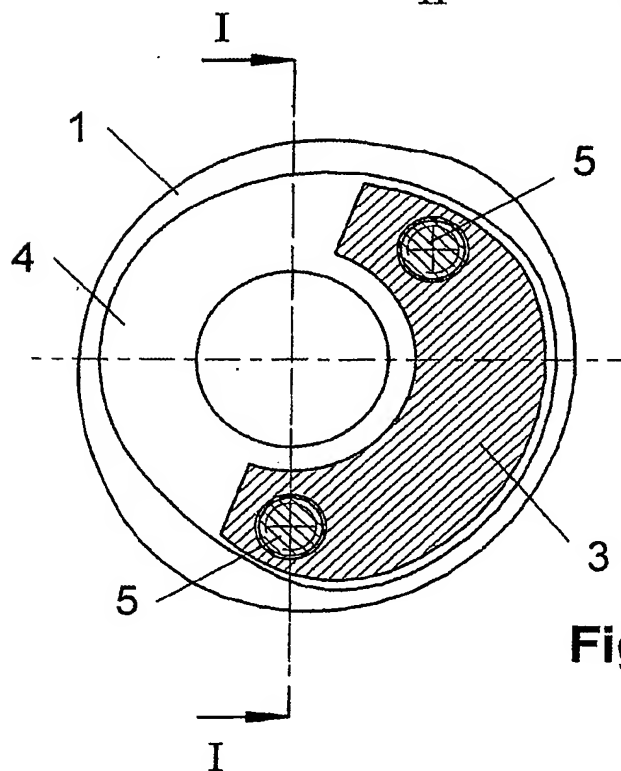
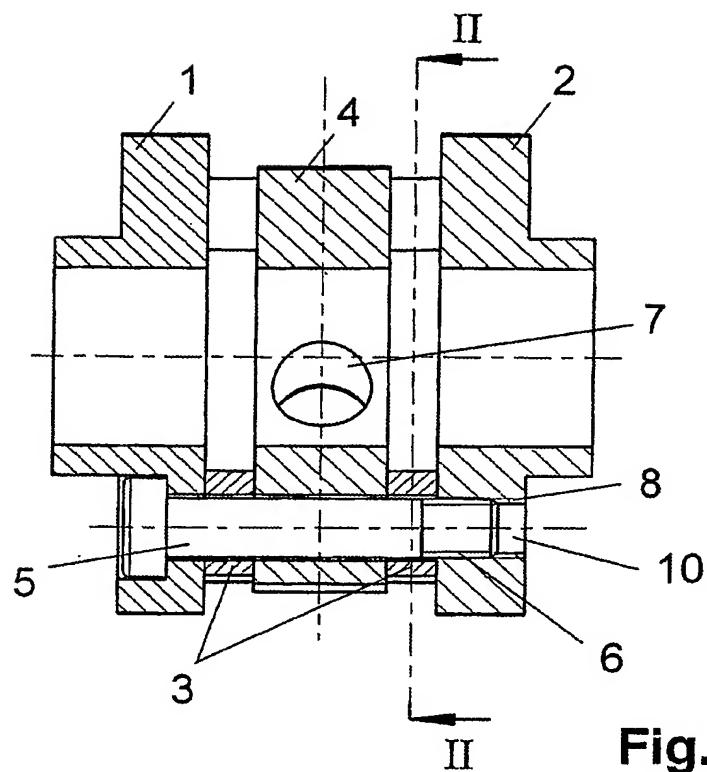
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
dass Axial-Passstifte innerhalb des Bearbeitungsmoduls als Positionierungsmittel eingesetzt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schrauben (5) als Passschrauben ausgebildet sind.

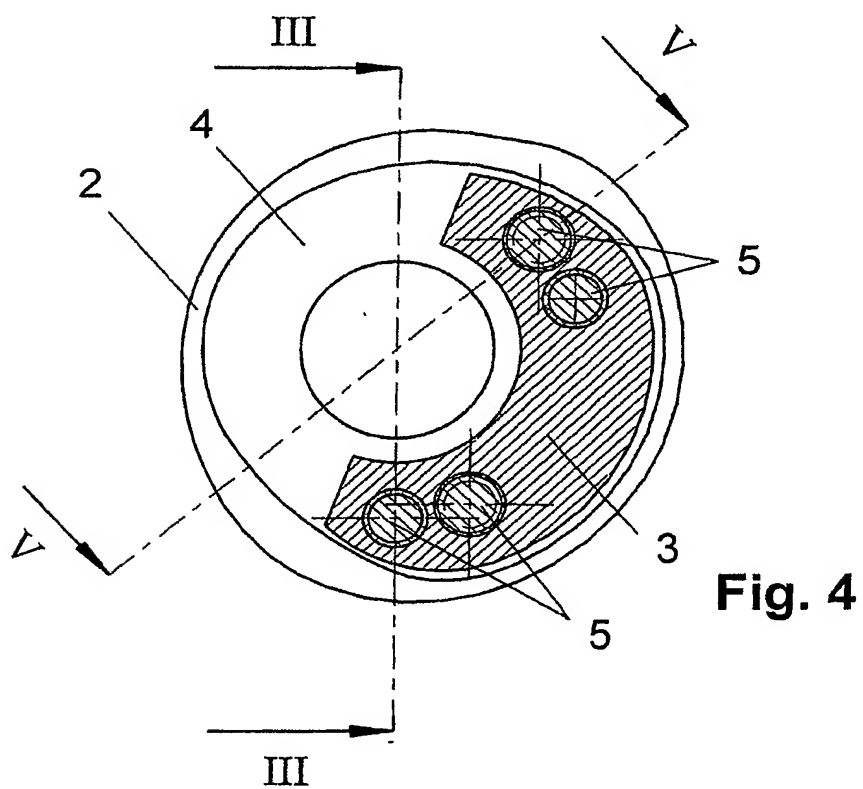
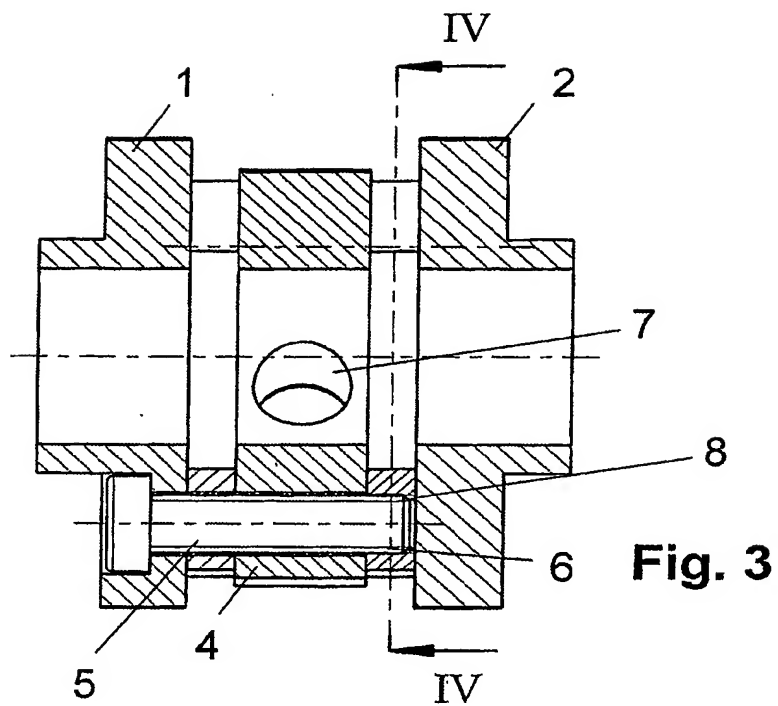
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur
Herstellung einer Nockenwelle, bei der die Welle, auf die
die Nocken (1, 2, 4) aufgesetzt werden, aus zwei konzen-
trisch ineinander liegenden, relativ zueinander verstellba-
ren Wellen bestehen, nämlich einer Innen- und Außenwelle
(11, 12) und erste Nocken (1, 2) mit der Außenwelle (12) und
zweite Nocken (4) über radiale, die Außenwelle (11) durch-
greifende Verbindungselemente (13) mit der Innenwelle (11)
jeweils fest verbunden sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass

- die Bearbeitung der radialen Innenflächen für alle No-
cken (1, 2, 4) auf den gleichen Durchmesser erfolgt und
- auf der Außenwelle (12) eine Ausnehmung (9) mit einen
reduzierten Durchmesser zur Aufnahme des zweiten No-
ckens (4) vorgesehen ist, wobei die Reduzierung um ein
Maß erfolgt, das eine spielfreie Verdrehung des zweiten
Nockens (4) auf der Außenwelle (12) gewährleistet.

1/3



2/3



3/3

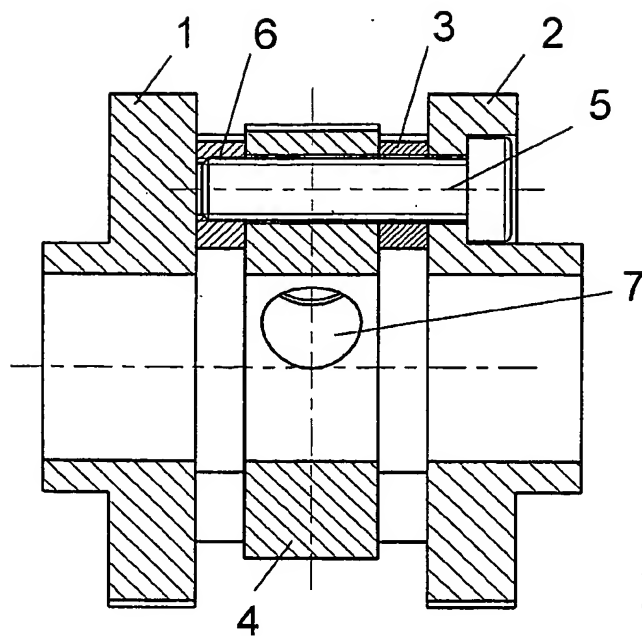


Fig. 5

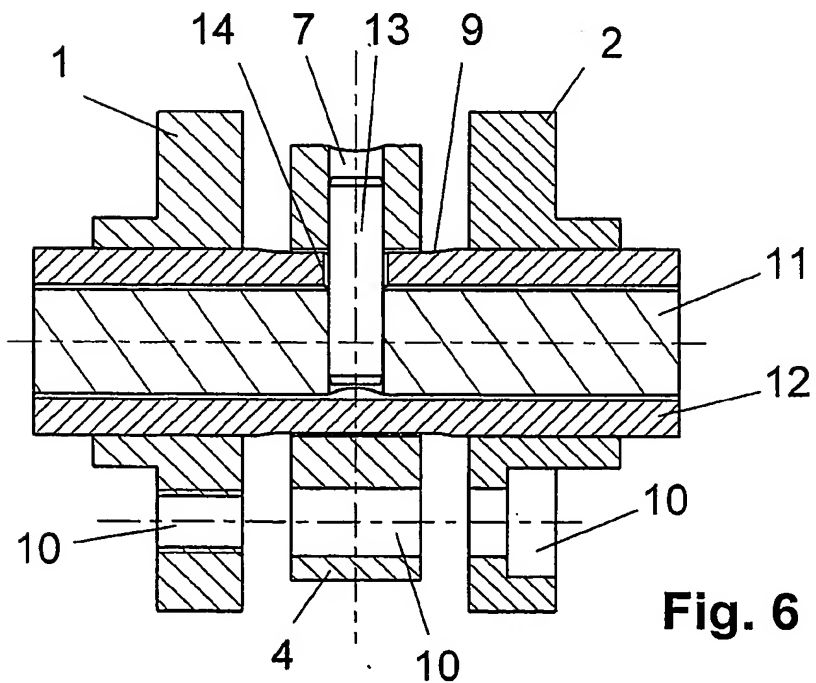


Fig. 6